



Regione Autonoma della Sardegna
CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
Via Cagliari n. 170 - Oristano

Riqualificazione idraulica della bonifica dello stagno di Sassu
(Fase 1) - **AG_AGR_025**
CAT: P0518
CUP: G22H18000320002

PROGETTO ESECUTIVO

Progettisti:

Ser. Pro. S.r.L.S. engineering

Il Responsabile del Procedimento:

Dott. Ing. Giorgio Bravin

Dott. Ing. Marco Nuvoli
Dott. Ing. Marco Soriga
Prof. Geol. Giuseppe Scanu

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese:

Il Presidente Dott. Carlo Corrias

Collaboratori:

Pianif. Gianluca Scanu
Dott. Adriano Benatti
Geom. Mattia Sotgiu

Titolo: Relazione sulle Rilievi eseguiti					I
Rev:	Data	Descrizione/modifica:	Redatto da	Verificato da:	Approvato da:
02	04 / 07 / 2022	Documento originale	Ing. M. Nuvoli		
			Ing. M Soriga		

Riqualificazione idraulica della bonifica dello stagno di Sassu

(Fase 1) - **AG_AGR_025**

CAT: P0518

CUP: G22H18000320002

PROGETTO ESECUTIVO

Luglio 2022

Sommario

1. PREMESSA.....	4
2.PROCEDURA DI RILIEVO	5
3.RIFERIMENTI AUTORIZZATIVI	5
4.STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	6
5.PROCESSO REALIZZATIVO	8
6.VANTAGGI	16

1. PREMESSA

La presente relazione illustra le procedure utilizzate per il rilievo dell'idrovora nel comune di Oristano con l'utilizzo di APR

Capitoli:

- 1.** Procedura di rilievo
- 2.** Riferimenti autorizzativi
- 3.** Strumentazione utilizzata
- 4.** Processo realizzativo
- 5.** Vantaggi rispetto al rilievo classico

2.PROCEDURA DI RILIEVO

La tipologia di rilievo utilizzata prevede l'utilizzo di APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto) rientra nella categoria dei rilievi Aerofotogrammetrici e viene realizzata grazie all'acquisizione progressiva di fotografie zenitali dell'area di rilievo (strisciate) le quali vengono poi elaborate con software specifici che attraverso il riconoscimento dei punti in comune tra le diverse immagini e l'interpolazione di essi permettono di ricostruire una nuvola di punti tridimensionale dell'oggetto di intervento.

Nel caso specifico del rilievo dell'idrovora per favorire una migliore calibrazione del rilievo e della georeferenziazione dello stesso si è deciso di implementare le informazioni fotogrammetriche con il rilievo di una griglia di riferimento rilevata con un rilievo a stazione GPS come meglio descritto nel paragrafo relativo al processo..

3.RIFERIMENTI AUTORIZZATIVI

Il rilievo in oggetto è stato realizzato in conformità e nel rispetto del regolamento ENAC vigente dall'operatore autorizzato per operazioni specializzate critiche: ANTONIO GIUSEPPE PAGLIA con riferimento autorizzativo ENAC 10104 (PROT 0044152 del 03.05.2017) e l'APR è stato comandato dal pilota ANTONIO GIUSEPPE PAGLIA con attestato di pilotaggio n° I.APRA.002225 del 23/04/2017.

4.STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata per il rilievo in oggetto è la seguente:

1. APR Dji Mavic Pro 2
2. Camera dji 20 Megapixel integrata
3. Stazione GPS Emlid Reach RS+
4. Workstation Windows based

Caratteristiche tecniche:

APR DJI MAVIC PRO 2

Tipologia: quadricottero a propulsione elettrica

Velocità massima: 65km/h

Tempo di volo massimo: (per singola batteria): 27 minuti

Dotazione batterie: set di 3 batterie (durata di volo massima del ciclo di ricarica 81 minuti)

Sistemi di posizionamento satellitare: GPS / GLONASS

Distanza massima di trasmissione del segnale: 5 km

CAMERA DI ACQUISIZIONE

Sensore: 1 "(CMOS), Pixel effettivi: 20 milioni (pixel totali: 20M)

Lente: Campo visivo: ca. 77° 28 mm (35mm equivalente) f / 2,2

Dimensione dell'immagine: 5472×3648

Formati supportati: JPEG, DNG

Stabilizzazione: 3assi (pitch, roll, yaw)

STAZIONE GPS

Posizionamento

Static horizontal: 5 mm + 1 ppm

Static vertical: 10 mm + 2 ppm

Kinematic horizontal: 7 mm + 1 ppm

Kinematic vertical: 14 mm + 2 ppm

Connettività

Radio: LoRa 868/915 MHz

Wi-Fi: 802.11b/g/n

Bluetooth: 4.0/2.1 EDR

Interfacce: USB, RS232, PPS, Event

Dati

Memoria interna: 8 GB

Input di correzione: RTCM2, RTCM3

Output di correzione: NMEA, ERB, text

Logs: RINEX2.X, RINEX3.X

GNSS

Segnali: GPS/QZSS L1, GLONASS G1, BeiDou B1, Galileo E1, SBAS

Canali: 72

IMU: 9DOF

Frequenza di aggiornamento: 14 Hz / 5 Hz

WORKSTATION

Sistema operativo: Windows 10 Pro 64 bit

Processore: Quadcore Intel® Core™ i7 -4820K CPU @ 3.70GHz

Memoria RAM 32,0 GB

Scheda Grafica: NVIDIA GeForce GTX 760

5.PROCESSO REALIZZATIVO

Il flusso di lavoro impiegato per la realizzazione del rilievo in oggetto è così schematizzabile:

- a. Pianificazione rilievo aerofotogrammetrico e GPS
- b. Programmazione piano di volo
- c. Esecuzione rilievo stazione GPS
- d. Realizzazione voli per aerofotogrammetria
- e. Elaborazione rilievo stazione GPS
- f. Elaborazione rilievo aerofotogrammetrico

a) Pianificazione rilievo aerofotogrammetrico e GPS

Nella fase preliminare si è proceduto analizzando la situazione orografica e logistica del lotto di interesse e del contesto di riferimento andando a identificare: confini del rilievo, possibili ostacoli o problematiche particolari, e schematizzazione di griglia di riferimento per il rilievo GPS andando inoltre ad identificare i possibili punti di riferimento notevoli o di particolare interesse per le scelte progettuali.

Nello specifico si sono individuati come possibili punti di riferimento relativi agli interventi precedentemente realizzati

b) Programmazione piano di volo

Per la parte di rilievo aerofotogrammetrico si è deciso, in virtù del raggiungimento della massima precisione di rilievo possibile, di pianificare due piani di volo, il primo ad una quota maggiore che comprendesse nella sua interezza la griglia di riferimento e quindi la presenza di una buona parte di contesto attorno al lotto di riferimento, ed inoltre è stato predisposto un'ulteriore piano di volo ad una quota inferiore per ottenere un incremento di definizione

c) Esecuzione rilievo stazione GPS

La fase di esecuzione della parte di rilievo GPS è proceduta come da pianificazione, si è inoltre deciso di effettuare delle battute supplementari di alcuni punti di maggiore interesse, i punti battuti sono poi stati segnati a terra con marker per permettere una corretta individuazione all'interno delle prese fotografiche nella fase di elaborazione del rilievo aerofotogrammetrico

d) Realizzazione voli per aerofotogrammetria

La fase attuativa del rilievo aerofotogrammetrico è stata caratterizzata da una prima fase nella quale si è effettuato un volo preliminare per determinare le quote minime dei due piani di volo per il corretto svolgimento delle operazioni di volo in completa sicurezza in funzione dell'orografia reale e degli ostacoli presenti (alberature, strutture, fasce di rispetto stradale etc.) si sono quindi scelte come quote di riferimento 35 metri rispetto alla quota del cosiddetto "Home point" per il piano di volo più ampio e 15 metri per il piano di volo di dettaglio ottenendo così le seguenti risoluzioni dell'aerofotogrammetria: 1 cm/pixel per volo alla quota maggiore e 0.8 cm/pixel del volo a quota inferiore.

I due voli si sono conclusi con la presa totale di 290 scatti georeferenziati in sistema GPS (WGS84), ottenendo una sovrapposizione trasversale del 93% e longitudinale del 73% nel primo caso e del 91% trasversale e 81% longitudinale nel secondo caso.

e) Elaborazione rilievo stazione GPS

I dati ottenuti dalla stazione totale sono poi stati rielaborati per geo referenziare i punti rilevati utilizzando il sistema WGS84 (GPS) per ottenere la compatibilità con i dati di georeferenziazione intrinseci di ogni singola presa fotografica.

f) Elaborazione rilievo fotogrammetrico

La fase di elaborazione dei dati fotogrammetrici ha seguito la seguente prassi metodologica:

1. Importazione immagini georeferenziate

In questa fase l'importazione è stata preceduta da una strutturazione del modello digitale in due porzioni autonome per poter elaborare distintamente i due voli (ampio e di dettaglio) che in seguito verranno allineati

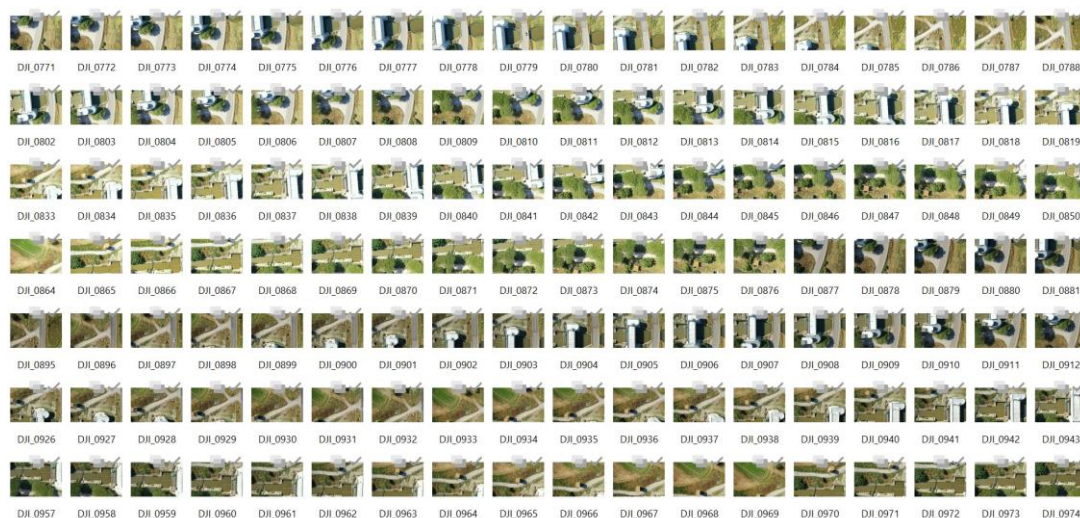


Figura 1 importazione aerofoto

2. Calibrazione della lente

Le immagini importate vengono poi elaborate per eliminare le distorsioni provocate dalla conformazione della lente, questo processo è possibile grazie a degli specifici profili di calibrazione della lente appositamente elaborati per la camera utilizzata.

3. Allineamento foto

Le immagini pur essendo già individuate nello spazio tridimensionale come punto di presa necessitano di un'ulteriore elaborazione per l'allineamento direzionale della presa stessa, questa elaborazione si ottiene con tecniche di interpolazione dei punti

(pixel) riconosciuti in comune tra diverse immagini ed andando ad elaborare i loro relativi fenomeni di parallasse, da questa elaborazione oltre all'allineamento delle foto si ottiene una prima nuvola di punti detta "rada" che rappresenta i punti riconosciuti ed utilizzati per l'allineamento già descritto. Nel nostro caso le due nuvole rade sono state rappresentate da 483.278 punti e 165.534 punti rispettivamente relativi al volo ampio ed al volo di dettaglio.

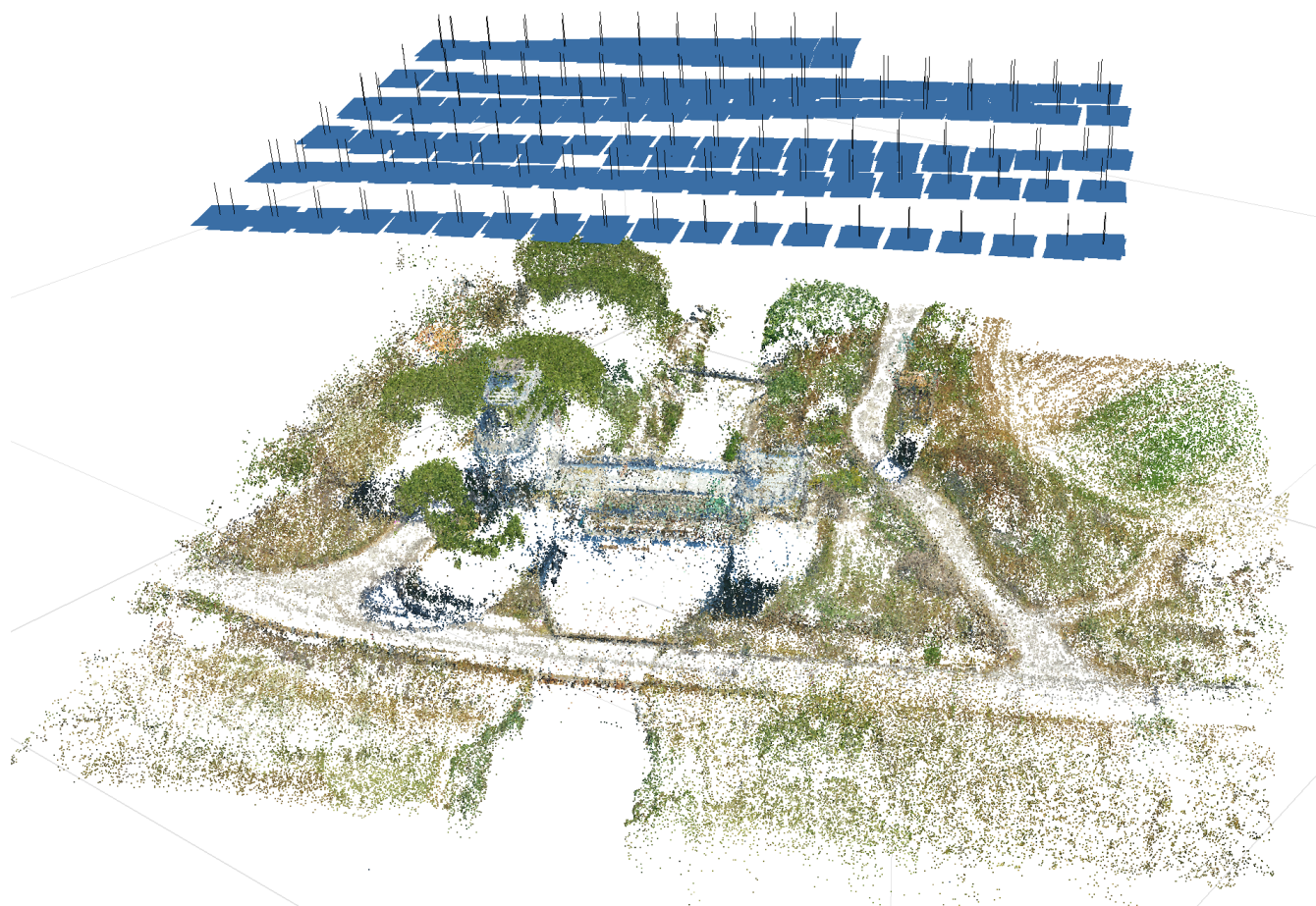


Figura 2 sovrapposizione delle due nuvole di punti rade e dei relativi punti di presa

4. Importazione dati rilievo a terra

I dati del rilievo stazione GPS preventivamente convertiti in coordinate GPS vengono importati all'interno del modello già georeferenziati all'interno del suo spazio tridimensionale

5. Individuazione dei punti rilevati

Successivamente all'importazione i punti del rilievo stazione GPS devono essere riconosciuti all'interno delle aerofoto anche grazie all'apposizione dei marker a terra.



Figura 3 individuazione punti rilevati all'interno delle prese fotografiche

6. Ottimizzazione del modello

Il modello tridimensionale precedentemente ottenuto è quindi ora direttamente connesso con il rilievo a terra GPS e può quindi essere ottimizzato grazie ad un processo di calibrazione ed ottimizzazione che sfrutta i punti rilevati tenendo conto delle diverse tolleranze e precisioni dei diversi strumenti di misurazione.

7. Elaborazione della nuvola di punti “densa”

A seguito dell'allineamento si procede con l'elaborazione della cosiddetta nuvola di punti densa che utilizza i punti principali (nuvola rada) per elaborare la posizione nello spazio tridimensionale restanti punti delle varie aerofoto, andando ad ottenere così una quantità di informazioni superiore, nel nostro caso si sono ottenuti 67.900.865 punti per il rilievo ampio e 20.547.614 punti per quello di dettaglio



Figura 4 sovrapposizione delle due nuvole di punti dense

8. Allineamento dei due piani di volo

Ottenute le nuvole di punti dense si è proceduto all'allineamento dei due voli scegliendo di utilizzare come riferimento dell'allineamento i punti battuti con stazione GPS

9. Costituzione delle superfici

Il modello è stato poi ulteriormente elaborato per la costituzione dei vari modelli tridimensionali (mesh o superfici) funzionali alle valutazioni progettuali necessarie

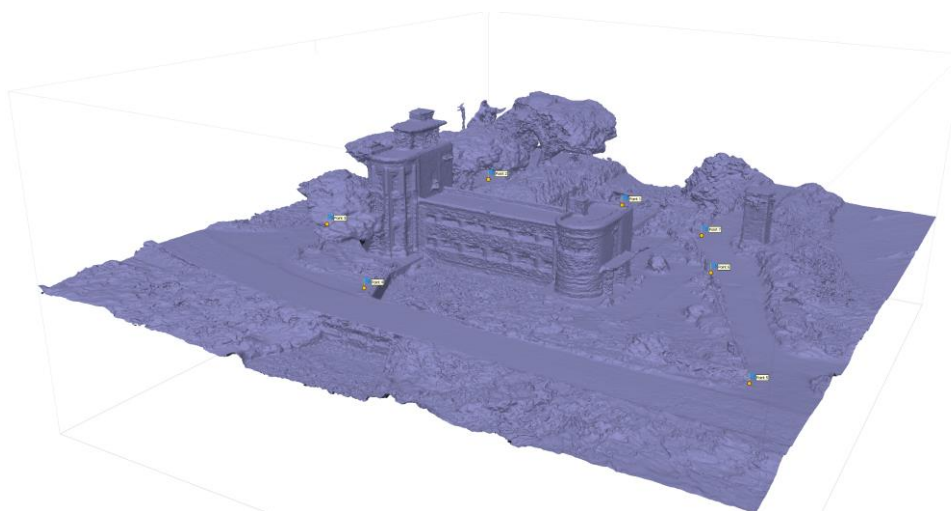


Figura 6 modello tridimensionale

10. Elaborazione texture

Ogni Mesh è stata poi arricchita di informazioni grazie alla creazione di specifiche texture per ogni modello utilizzando le informazioni cromatiche estrapolate dalle immagini aerofotogrammetriche



Figura 7 modello tridimensionale texturizzato

11. Elaborazione DEM e DTM

Un'elaborazione particolare è stata utilizzata per l'estrapolazione del Modello di elevazione digitale (DEM)

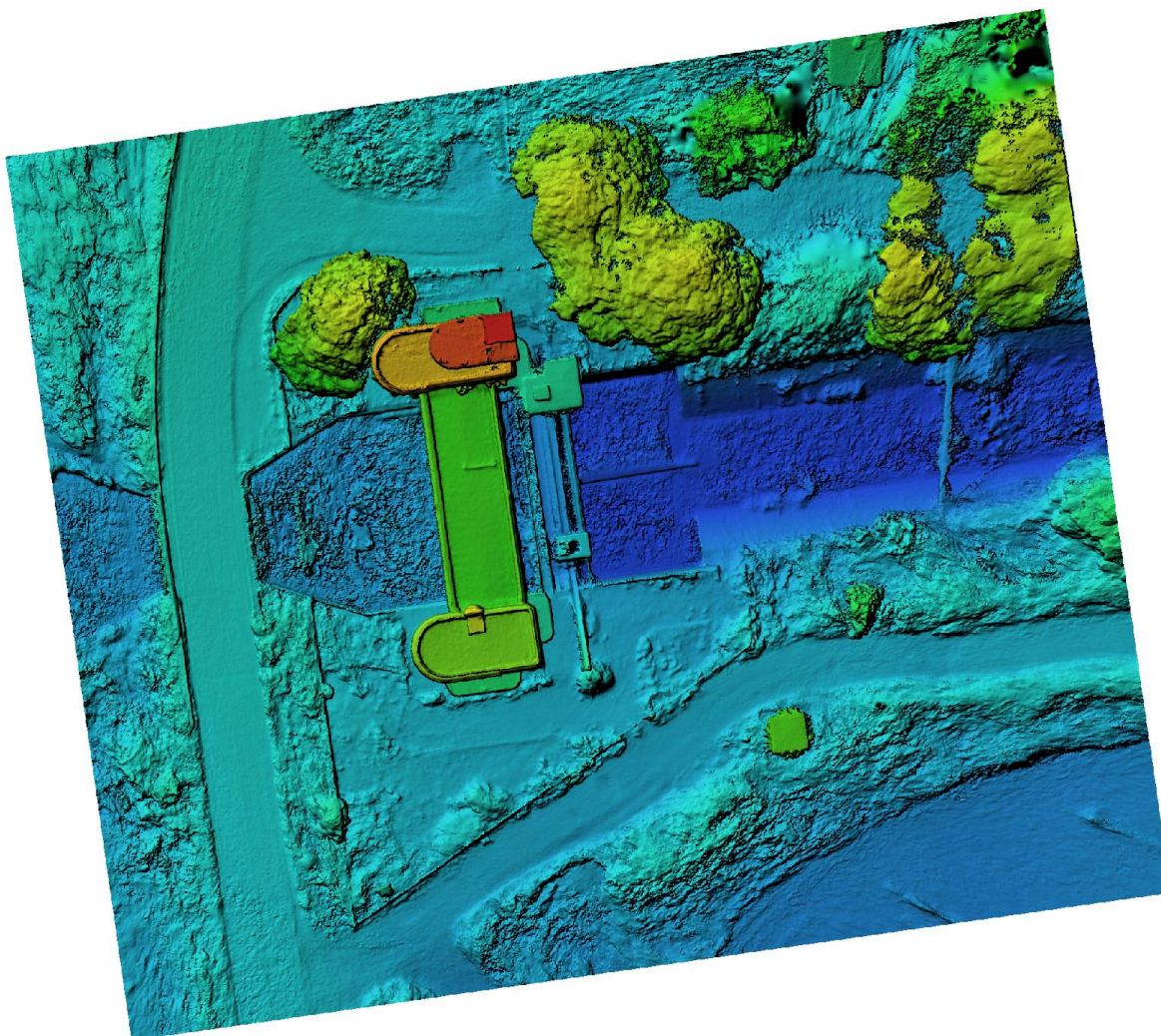


Figura 8 rappresentazione del DEM

12. Elaborazione ortofoto

Un ulteriore supporto ottenuto con il rilievo aerofotogrammetrico è costituito dall'ottenimento di un'ortofoto ad alta definizione, aggiornata al momento del rilievo stesso

Nel nostro caso si sono ottenute due ortofoto, una di risoluzione 11873x12105 pixel con una definizione di 1.09 cm/pixel.

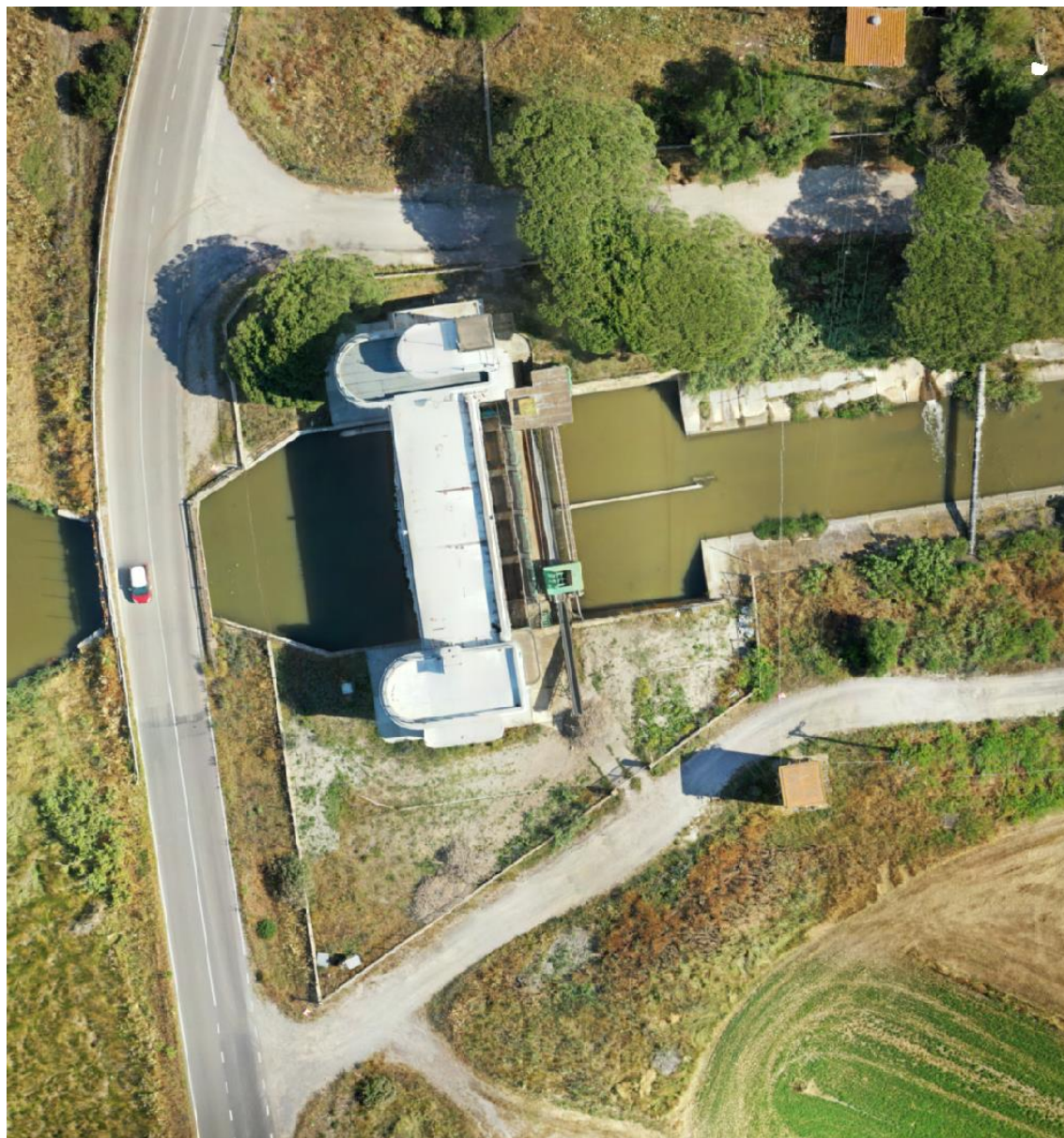


Figura 9 ortofoto

13. Elaborazione delle curve di livello

Successivamente si è proceduto all'elaborazione delle curve di livello relative al modello digitale del terreno e del modello di elevazione digitale che nel processo progettuale possono essere utilizzate in alternativa le une alle altre a seconda dell'analisi necessaria, nel nostro caso son state elaborate sia curve di livello con cadenza 1m che con cadenza 10cm

6.VANTAGGI

Alla luce della presente relazione si vuole sottolineare come questa metodologia può offrire una quantità di informazioni di gran lunga superiore rispetto al semplice rilievo classico, sia in termini quantitativi che informativi (presenza non solo di informazioni geometriche ma anche qualificative dei singoli componenti) unitamente alla possibilità, con elaborazioni ex-post, di numerosi supporti ausiliari (ortofoto, DEM, modelli tridimensionali texturizzati, curve di livello a diversi dislivelli).